

**NITRIDED PARTS**

**Patent number:** JP9324258  
**Publication date:** 1997-12-16  
**Inventor:** KUREBAYASHI YUTAKA; MATSUMURA KOJI;  
NAKAMURA SADAYUKI; MIZUNO YOSHIKI; AMANO  
MASAKI  
**Applicant:** DAIDO STEEL CO LTD;; HONDA MOTOR CO LTD  
**Classification:**  
- **international:** C23C8/26; C22C38/00; C22C38/18; C22C38/50;  
C22C38/60  
- **europaean:**  
**Application number:** JP19960141468 19960604  
**Priority number(s):** JP19960141468 19960604

**Abstract of JP9324258**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide nitrided parts excellent in machinability and nitriding properties of the steel even if normalizing treatment after hot forging is omitted and furthermore excellent in fatigue characteristics and bending straightening properties. **SOLUTION:** A steel having a ferritic-pearlitic structure in which the average dimension of the crystal grains of ferrite is regulated to  $\leq 50\mu\text{m}$  and the average dimension of the crystal grains of pearlite is regulated to  $\leq 50\mu\text{m}$  as hot-forged and having a compsn. contg. 0.15 to 0.40% C,  $\leq 0.50\%$  Si, 0.20 to 1.50% Mn and 0.05 to 0.50% Cr, and the balance Fe with inevitable impurities is prepd. The steel is subjected to gas soft-nitriding treatment to regulate the average hardening depth to  $\geq 0.3\text{mm}$  and the fluctuation of the hardening depth to  $\leq 0.1\text{mm}$ . The steel may contain  $\leq 0.50\%$  Ni,  $\leq 0.50\%$  Mo, 0.005 to 0.030% N,  $\leq 0.3\%$  V,  $\leq 0.3\%$  Nb,  $\leq 0.2\%$  Ti,  $\leq 0.2\%$  Zr,  $\leq 0.2\%$  Ta, 0.01 to 0.3% S,  $\leq 0.3\%$  Pb,  $\leq 0.05\%$  Ca,  $\leq 0.2\%$  Bi and  $\leq 0.05\%$  Te.

---

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-324258

(43) 公開日 平成9年(1997)12月16日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 3 C 8/26			C 2 3 C 8/26	
C 2 2 C 38/00	3 0 1		C 2 2 C 38/00	3 0 1 T
38/18			38/18	
38/50			38/50	
38/60			38/60	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-141468

(22) 出願日 平成8年(1996)6月4日

(71) 出願人 000003713

大同特殊鋼株式会社

愛知県名古屋市中区錦一丁目11番18号

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 紅林 豊

愛知県半田市宮本町5-217-1

(72) 発明者 松村 康志

愛知県東海市加木屋町南鹿持18

(72) 発明者 中村 貞行

三重県三重郡朝日町大字柿3094

(74) 代理人 弁理士 服部 雅紀

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 窒化処理部品

(57) 【要約】

【課題】 熱間鍛造後の焼ならし処理を省略しても、鋼の被削性と窒化性に優れ、かつ疲労特性と曲げ矯正性に優れる窒化部品を提供する。

【解決手段】 熱間鍛造まで、フェライトの結晶粒の平均寸法が50μm以下、パーライトの結晶粒の平均寸法が50μm以下のフェライト+パーライト組織を有するC:0.15~0.40%、Si:0.50%以下、Mn:0.20~1.50%、Cr:0.05~0.50%を含有する鋼をガス軟窒化処理して平均硬化深さが0.3mm以上で、かつ、硬化深さの変動が0.1mm以内とする。Ni:0.50%以下、Mo:0.50%以下、N:0.005~0.030%とV:0.3%以下、Nb:0.3%以下、Ti:0.2%以下、Zr:0.2%以下、Ta:0.2%以下、S:0.01~0.3%、Pb:0.3%以下、Ca:0.05%以下、Bi:0.2%以下、Te:0.05%以下を含有してもよい。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 鋼に窒化処理してなる窒化処理部品であって、前記鋼が、合金成分として質量％で、C：0.15～0.40％、Si：0.50％以下、Mn：0.20～1.50％、Cr：0.05～0.50％を含有し、残部Feおよび不可避の不純物からなり、かつ、前記鋼は、熱間加工ままで、フェライトとパーライトとからなる混合組織を有し、前記フェライトの結晶粒の平均寸法が50μm以下であり、前記パーライトの結晶粒の平均寸法が50μm以下であり、前記窒化処理による平均硬化深さが0.3mm以上であり、かつ、前記硬化深さの変動が0.1mm以内であることを特徴とする窒化処理部品。

【請求項2】 請求項1記載の窒化処理部品において、前記鋼が、上記合金成分に加えて質量％で、Ni：0.50％以下、Mo：0.50％以下のいずれか1種または2種を含有することを特徴とする窒化処理部品。

【請求項3】 請求項1および請求項2のいずれか1項記載の窒化処理部品において、前記鋼が、上記合金成分に加えて質量％で、N：0.005～0.030％とV：0.3％以下、Nb：0.3％以下、Ti：0.2％以下、Zr：0.2％以下、Ta：0.2％以下のいずれか1種または2種以上とを含有することを特徴とする窒化処理部品。

【請求項4】 請求項1、請求項2および請求項3のいずれか1項記載の窒化処理部品において、前記鋼が、上記合金成分に加えて質量％で、S：0.01～0.3％、Pb：0.3％以下、Ca：0.05％以下、Bi：0.2％以下、Te：0.05％以下のいずれか1種または2種以上を含有することを特徴とする窒化処理部品。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、窒化処理した鋼部品の特性改善に関する。

## 【0002】

【従来の技術】鋼部品の耐摩耗性や疲労特性を改善する目的で、歯車類、シャフト部品、クランクシャフトなどの機械部品に窒化処理が適用されている。一般の窒化処理部品には、JIS S48Cなどの炭素鋼が使用されており、その製造工程は、通常、熱間鍛造→焼ならし処理→機械加工→窒化処理→曲げ矯正の工程が取られている。

【0003】窒化処理部品の製造工程では、まず、圧延鋼材を熱間鍛造して部品素形材を製造するが、熱間鍛造後の素形材は、部位によって冷却速度が異なるために金属組織や硬さが不均一となり、被削性の低下が生じる。また、不均質な金属組織状態のまま窒化処理を施した場合、部位による硬化深さの変動が大きくなるために、部品の疲労特性や曲げ矯正性が著しく劣化する。

【0004】そこで、熱間鍛造後には鋼の金属組織の改善および軟化を促進するため、上記における焼ならし処理のごとき熱処理を行うのが普通である。この熱処理を省略することができれば、窒化処理部品の生産性の向上、省エネルギーの面で大きな効果が期待できる。また、窒化処理において、複雑形状品、長尺品では変形や曲りが発生することが避けられないので、通常、窒化処理後に曲げ矯正が行われる。窒化処理によって表層部に硬脆な硬化層を備える窒化処理品の曲げ矯正は極めて困難な作業であり、窒化処理部品における曲げ矯正性を向上することは極めて重要である。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記の現状に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、熱間鍛造後の焼ならし処理を省略しても、鋼の被削性と窒化性に優れ、かつ疲労特性と曲げ矯正性に優れる窒化部品を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の窒化処理部品は、

(1) 鋼に窒化処理してなる窒化処理部品であって、前記鋼が、合金成分として質量％で、C：0.15～0.40％、Si：0.50％以下、Mn：0.20～1.50％、Cr：0.05～0.50％を含有し、残部Feおよび不可避の不純物からなり、かつ、前記鋼は、熱間加工ままで、フェライトとパーライトとからなる混合組織を有し、前記フェライトの結晶粒の平均寸法が50μm以下であり、前記パーライトの結晶粒の平均寸法が50μm以下であり、前記窒化処理による平均硬化深さが0.3mm以上であり、かつ、前記硬化深さの変動が0.1mm以内であることを特徴とする。

(2) 上記(1)記載の窒化処理部品において、前記鋼が、上記合金成分に加えて質量％で、Ni：0.50％以下、Mo：0.50％以下のいずれか1種または2種を含有することを特徴とする。

(3) 上記(1)および(2)のいずれか1項記載の窒化処理部品において、前記鋼が、上記合金成分に加えて質量％で、N：0.005～0.030％とV：0.3％以下、Nb：0.3％以下、Ti：0.2％以下、Zr：0.2％以下、Ta：0.2％以下のいずれか1種または2種以上とを含有することを特徴とする。

(4) 上記(1)、(2)および(3)のいずれか1項記載の窒化処理部品において、前記鋼が、上記合金成分に加えて質量％で、S：0.01～0.3％、Pb：0.3％以下、Ca：0.05％以下、Bi：0.2％以下、Te：0.05％以下のいずれか1種または2種以上を含有することを特徴とする。

## 【0007】

【発明の実施の形態】本発明の窒化処理部品は、所定の化学組成を有する鋼を熱間加工して素形材とし、必要に

応じて機械加工し、窒化処理を施し、必要に応じて曲げ矯正を行って製造される。本発明の窒化処理部品において、鋼の化学組成を規定する理由を説明する。

C: 0.15~0.40%

Cは、部品の強度を維持するために必要な元素であって、そのためには少なくとも0.15%以上を含有する必要がある。しかし、C含有量が過大となると、熱間加工後の硬さが上昇するために被削性が劣化し、また、金属組織においてパーライトの結晶粒径が大きくなるために曲げ矯正時に折損し易くなるので、C含有率の上限を0.40%とする。

Si: 0.50%以下

Siは、鋼の溶製時に鋼の脱酸元素として添加する。またフェライト相を強化するために添加する。しかし、過大に添加すればフェライト相を脆化するので含有率の上限を0.5%とする。

Mn: 0.20~1.50%

Mnは、Siと同様に鋼の溶製時に鋼の脱酸元素として添加する。また、Sと結合して赤熱脆性を防止し、鋼の被削性を高め、さらに鋼のミクロ組織を微細化して強度上昇に寄与するために添加する。部品として所要の強度を確保するために0.2%以上を添加する必要がある。しかし、過大に添加すれば熱間加工後の硬さを高め、鋼の被削性を劣化するので含有率の上限を1.50%とする。

Cr: 0.05~0.50%

Crは、フェライト相を強化するために0.05%以上を添加する。しかし、過大に添加すれば鋼の被削性を劣化し、また窒化処理部品の曲げ矯正において折損を生じ易くするので含有率の上限を0.50%とする。

Ni: 0.50%以下、Mo: 0.50%以下

NiおよびMoは、フェライトを強化し、疲労強度を高める。しかし、鋼の焼入性を高めるので、過大に含有すると鋼の硬さを高め、被削性を害するのでNiおよびMoの含有率はそれぞれ0.5%を上限として、それらのいずれか1種または2種を含有するものとする。

N: 0.005~0.030%

Nは、V、Nb、Ti、ZrおよびTaと強固な化合物を形成してフェライト結晶粒を微細化する。そのためには少なくとも0.005%以上を含有する必要がある。しかし、過大に含有すると硬い窒化物を多量に形成して鋼の被削性を害するので含有率の上限を0.030%とする。

V: 0.3%以下、Nb: 0.3%以下、Ti: 0.2%以下、Zr: 0.2%以下、Ta: 0.2%以下

これらの元素は、Nと結合してフェライト結晶粒を微細化するために添加する。しかし過大に添加すると鋼の被削性を損ね、また、窒化処理時に硬脆な窒化物相を形成して曲げ矯正を困難にする。それゆえこれらの元素は、それぞれV: 0.3%、Nb: 0.3%、Ti: 0.2

%、Zr: 0.2%、Ta: 0.2%を上限として、1種または2種以上を含有してもよいものとする。

S: 0.01~0.3%、Pb: 0.3%以下、Ca: 0.05%以下、Bi: 0.2%以下、Te: 0.05%以下

これらの元素は、いずれも鋼の被削性を向上するために添加する。特に、Sについては、鋼の被削性を維持するために少なくとも0.01%の添加が望ましい。しかし、これらの元素は、いずれも過大に添加すると、鋼中の非金属介在物を増し、疲労強度を低減するので含有率の上限をそれぞれS: 0.3%、Pb: 0.3%、Ca: 0.05%、Bi: 0.2%、Te: 0.05%として、1種または2種以上を含有してもよいものとする。本発明の窒化処理部品を構成する鋼は、熱間加工して素形材としたときフェライトとパーライトとからなる混合組織を有するものとする。そして、前記の混合組織をなすフェライトおよびパーライトの各結晶粒の平均寸法が50μm以下であるものとする。熱間加工は、圧延、鍛造などの通常の方法によって行うことができる。また、本発明の鋼組成によって、容易に前記の金属組織とすることができる。

【0008】上記のように金属組織を調整することにより、熱間加工後の素形材を被削性に優れたものとすることができる。フェライトおよびパーライトよりなる金属組織を有する鋼を窒化するとき、フェライトの部分が優先的に窒化されて硬化する。フェライト結晶粒およびパーライト結晶粒が大きいと、窒化処理によって生じる硬化層の前面は結晶粒度に応じて大きく波をうって変動する。すなわち硬化深さの変動が大きいの。この硬化深さの変動が大きいと、窒化処理部品を曲げ矯正するときに折損を生じ易く、また疲労強度も劣化する。フェライトおよびパーライトの各結晶粒の平均寸法を50μm以下とすることにより、曲げ矯正性や疲労強度に対して、前記硬化深さの変動が実質的に影響を及ぼすことがなくなる。

【0009】窒化処理は、塩浴窒化、ガス軟窒化、イオン窒化のいずれによってもよい。窒化処理による硬化深さが浅い場合には疲労強度が十分に向上しない。また、硬化深さの変動が大きいと曲げ矯正性が低下する。高い疲労強度と優れた曲げ矯正性を得るために、本発明の窒化処理部品では、窒化処理による平均硬化深さを0.3mm以上とし、該硬化深さの変動を0.1mm以内とする。

【0010】ここに、窒化処理による硬化深さとしては、JIS G0562に準じて窒化処理部品の表面から内部に向かって硬さ分布を測定し、心部硬さより50HV高い硬さが得られる位置における表面からの距離とする。

【0011】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。表

1に示す化学組成を有する鋼を溶製し、熱間圧延を経て直径80mmの圧延棒鋼とした。該圧延棒鋼を1200℃に加熱保持した後、熱間鍛造によって直径50mmの\*

\*丸棒に鍛伸して供試材とした。

【0012】

【表1】

区 分	化 学 成 分 (質量%)				
	C	Si	Mn	Cr	そ の 他
実施例 1	0.18	0.48	0.21	0.48	
実施例 2	0.25	0.26	0.81	0.21	
実施例 3	0.31	0.25	0.57	0.14	
実施例 4	0.31	0.25	0.61	0.16	Ni:0.31, Mo:0.11
実施例 5	0.32	0.24	0.71	0.13	Ni:0.21
実施例 6	0.32	0.24	0.55	0.05	Nb:0.01, S:0.051
実施例 7	0.32	0.11	0.56	0.06	V:0.08, N:0.021, S:0.051, Pb:0.11, Ca:0.001
実施例 8	0.32	0.05	0.51	0.08	Nb:0.09, N:0.018, S:0.032, Te:0.001
実施例 9	0.18	0.11	1.45	0.12	Ti:0.009, N:0.017, Bi:0.17
実施例 10	0.38	0.18	0.33	0.15	Zr:0.008, Ta:0.008, N:0.009
比較例 1	0.06	0.23	0.78	0.04	
比較例 2	0.51	0.26	0.75	0.02	
比較例 3	0.31	0.98	2.01	0.04	
比較例 4	0.33	0.25	1.45	0.05	V:0.51
比較例 5	0.32	0.25	0.81	0.03	Mo:0.35, V:0.35
比較例 6	0.32	0.26	0.77	0.02	Ni:1.01
比較例 7	0.48	0.25	0.75	0.03	

【0013】前記供試材の横断面における金属組織を光学顕微鏡および画像解析装置によって解析し、フェライト結晶粒およびパーライト結晶粒の平均寸法を求めた。すなわち、前記横断面に現れる各結晶粒について、直交する2方向の最大径を測定してその平均値を求め、これを各結晶粒の直径とする。解析は、1視野0.5mm<sup>2</sup>として、任意の30視野について行い、これに含まれるすべての結晶粒について直径を求め、フェライト結晶粒およびパーライト結晶粒の各相ごとの直径の平均値をも

30

ってそれぞれの平均寸法とした。  
【0014】機械加工によって、前記供試材のD/4位置から直径10mm、長さ200mmの丸棒を切出し、これに555℃で3時間保持のガス軟窒化処理を施し

た。該窒化処理材の任意の断面10ヵ所について、ピッカース硬度計を用いて、表面から中心に向かう硬度分布を測定した。中心部硬さより50HV高い硬さを示す表面からの距離を硬化深さとし、前記10箇所の硬化深さの平均値を求めて、これを平均硬化深さとした。また、前記10箇所の硬化深さのうち最大値と最小値とをとり、その差を求めて、これを硬化深さの変動とした。

【0015】表2に、フェライト結晶粒の平均寸法、パーライト結晶粒の平均寸法、平均硬化深さおよび硬化深さの変動の測定結果を示す。

【0016】

【表2】

区 分	結晶粒平均寸法 ( $\mu\text{m}$ )		硬化深さ (mm)	
	フェライト	パーライト	平均硬化深さ	硬化深さ変動
実施例 1	18	23	0.39	0.04
実施例 2	21	22	0.36	0.03
実施例 3	19	35	0.38	0.04
実施例 4	22	34	0.35	0.05
実施例 5	16	30	0.34	0.02
実施例 6	13	21	0.31	0.05
実施例 7	15	18	0.33	0.04
実施例 8	14	14	0.32	0.03
実施例 9	13	19	0.33	0.03
実施例 10	15	21	0.36	0.04
比較例 1	78	34	0.33	0.16
比較例 2	21	67	0.27	0.22
比較例 3	17	69	0.29	0.12
比較例 4	34	88	0.33	0.14
比較例 5	31	103	0.34	0.11
比較例 6	41	87	0.21	0.16
比較例 7	53	78	0.31	0.13

【0017】前記供試材を用い、バイトによる外径旋削加工時の工具寿命によって被削性を判定した。切削条件は、切削速度：150mm/分、送り：0.2mm/rev、切込み：2mmとし、工具の境界摩耗量が0.2mmとなるまでの時間をもって工具寿命時間とした。前記供試材から、JIS Z2274に準拠して、試験部直径：8mm、形状係数：1.63の切欠きを有する回転曲げ疲労試験片を削り出し、これに555℃で3時間保持のガス軟窒化処理を施した。10<sup>7</sup>回強度を求めて疲労特性を評価した。

【0018】機械加工によって、前記供試材のD/4位

置から直径10mm、長さ200mmの丸棒を切出し、これに555℃で3時間保持のガス軟窒化処理を施して曲げ試験片とした。曲げ試験は、支点間距離を150mmとし、中央集中荷重を加える3点曲げ試験法によった。ダイヤルゲージによって、荷重点のたわみを測定し、破断するまでの最大たわみ量をもって曲げ矯正性を評価した。

【0019】表3に、工具寿命時間、10<sup>7</sup>回強度、最大たわみ量の測定結果を示す。

【0020】

【表3】

区 分	被削性 工具寿命 (分) / (HB 硬さ)	疲労特性 10 <sup>7</sup> 強度 (Mpa)	曲げ矯正性 最大たわみ量 (μm)
実施例 1	185 / (148)	455	245
実施例 2	166 / (152)	486	233
実施例 3	124 / (161)	498	221
実施例 4	125 / (163)	533	203
実施例 5	133 / (168)	543	187
実施例 6	148 / (157)	538	222
実施例 7	144 / (166)	548	256
実施例 8	155 / (155)	478	189
実施例 9	166 / (151)	455	193
実施例 10	118 / (171)	511	177
比較例 1	145 / (144)	225	89
比較例 2	56 / (236)	456	34
比較例 3	37 / (199)	485	56
比較例 4	22 / (255)	421	23
比較例 5	18 / (237)	478	33
比較例 6	17 / (227)	356	53
比較例 7	44 / (218)	436	63

【0021】表3から明らかなように、本発明の実施例においては、比較例に比べて鍛造ままの状態における工具寿命時間が長く、被削性に優れている。また、ガス軟窒化処理後の疲労特性も高く、特に曲げ矯正性に優れていることが判る。

【0022】

\*

＊【発明の効果】上記のように本発明によれば、鋼の化学組成、金属組織および窒化処理硬化深さを調整することにより、鋼の熱間加工後に焼ならしなどの熱処理を行うことなく、被削性に優れ、窒化処理後の矯正が容易で、かつ、疲労強度が高い窒化処理部品を経済的に提供することができる。

フロントページの続き

(72)発明者 水野 孝樹  
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社  
本田技術研究所内

(72)発明者 天野 政樹  
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社  
本田技術研究所内